

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-294199

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
H01L 21/3065

(21)Application number : 09-102932

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 21.04.1997

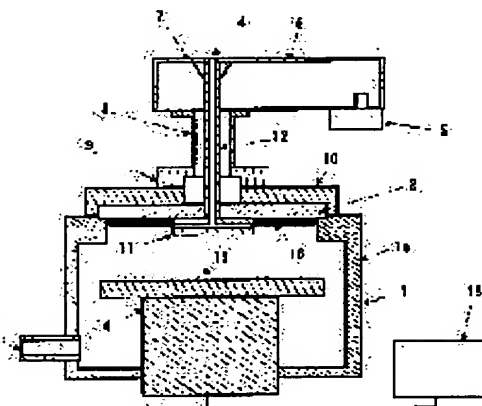
(72)Inventor : KADOYA MASAHIRO
WATANABE SEIICHI

(54) MICROWAVE PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform uniform plasma processing with good reproducibility by producing a plasma stably and uniformly.

SOLUTION: This device comprises a processing chamber 1, to which an evacuation device is connected so as to hold its inside decompressed, a gas supply device supplying gas into the processing chamber 1, and a plasma generating means generating a plasma inside the processing chamber 1. In this case, a coaxial line 8 for supplying microwaves to a dielectric window 2 serving as a part of the processing chamber 1 is provided vertically, and a conductor plate 10 and an inner conductor plate 11 for propagating the microwaves to the outer periphery of the coaxial line 8 are provided above and below the dielectric window 2, respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-294199

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

B

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-102932

(22) 出願日 平成9年(1997)4月21日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 角屋 誠浩

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
社日立製作所笠戸工場内

(72) 発明者 渡辺 成一

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
社日立製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

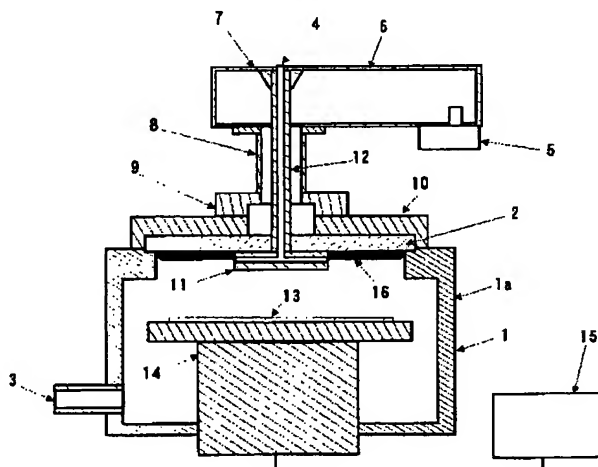
(54) 【発明の名称】 マイクロ波プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】プラズマを安定かつ均一に生成し、再現性良く、均一なプラズマ処理を行なう。

【解決手段】真空排気装置(図示省略)が接続され内部を減圧保持される処理室1と、前記処理室1内へガスを供給するガス供給装置(図示省略)とマイクロ波を利用して前記処理室1内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室1の一部である誘電体窓2にマイクロ波を供給するための同軸線路8を垂直に設け、該同軸線路8の外周に前記マイクロ波を伝播させるための導体板10および内部導体板11を誘電体窓2の上部及び下部に設置する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】真空排気装置が接続され内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へガスを供給するガス供給装置とマイクロ波を利用して前記処理室内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室の一部である誘電体窓にマイクロ波を供給する同軸線路を直角に貫くように設けたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項2】真空排気装置が接続され内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へガスを供給するガス供給装置とマイクロ波を利用して前記処理室内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室の一部である誘電体窓にマイクロ波を供給する同軸線路を直角に貫くように設け、該同軸線路の外周の誘電体窓上部および下部に円形の導体板および内部円板導体を設置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項3】請求項2記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、内部導体および内部円板導体内にガス配管を設置し、ガスを導入することを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項4】請求項2,3いずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、内部円板導体より径方向にガスを導入することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】請求項2,3,4いずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、内部円板導体より中心に向かって斜めに旋回流を用いてガスを導入することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】請求項2,3いずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、内部円板導体に多数の穴を設置しガスを導入することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】真空排気装置が接続され内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へガスを供給するガス供給装置とマイクロ波を利用して前記処理室内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室の一部であるドーナツ状の誘電体窓の中心に棒状の内部導体と誘電体窓下部に設置された円形の内部円板導体を直角に接合することにより形成される変換コーナーを設置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項8】請求項7記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、変換コーナーの接合部の形状をテーパ状にしたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項9】真空排気装置が接続され内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へガスを供給するガス供給装置とマイクロ波を利用して前記処理室内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室の一部である、片側がドーナツ状の誘電体板で覆われた円筒状の誘電体を設置

し、片側の前記ドーナツ状誘電体窓の中心に、棒状の内部導体と誘電体窓下部に設置された内部円板導体を直角に接合することにより形成される変換コーナーを設置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項10】真空排気装置が接続され内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へガスを供給するガス供給装置とマイクロ波を利用して前記処理室内部にプラズマを発生させるプラズマ発生手段からなるマイクロ波プラズマ処理装置において、前記処理室の一部である、円筒状の誘電体窓の上部に円板状の2つの導体板で挟まれた伝送路を形成し、さらにその中心に同軸線路を設置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項11】請求項2,7,9,10いずれかに記載のプラズマ処理装置において、誘電体がマイクロ波の伝送路となることを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はマイクロ波プラズマ処理装置に係り、特に半導体素子基板等の試料を、プラズマを用いて表面処理を施すのに好適なマイクロ波プラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、マイクロ波を用い、プラズマ生成のための外部磁場を設けない無磁場マイクロ波プラズマ処理装置は、特開平3-83337号公報に記載のように矩形、または円形の断面形状を有する導波管をマイクロ波が導入される石英等の誘電体窓に対し垂直に配置していた。

【0003】一般に無磁場ではプラズマ中に導入された角周波数 ω のマイクロ波は「プラズマ物理入門」F.F.Chen著、内田岱二郎訳、丸善1977に記載のように、次に示す臨界電子密度 n_c 以上のプラズマ中を伝播できないことが知られている。

【0004】 $n_c = m\omega^2 / 4\pi e^2$

ここで $\omega = 2\pi f$ 、 f は周波数、 m は電子の質量、 e は電荷素量である。周波数2.45GHzのマイクロ波の場合には、 7×10^7 ケ/cm³以上の臨界電子密度 n_c を有するプラズマ中では伝播することができず、マイクロ波エネルギーはプラズマ表面から数mm程度で吸収される。従って、誘電体窓を介してマイクロ波を導入し、プラズマを生成した場合、プラズマは誘電体窓近傍（数mm程度）に生成される。

【0005】従来のように導波管を垂直に配置した構成の場合には、マイクロ波の電界の波面が、誘電体窓近傍に生成されたプラズマに対してほぼ平行に、マイクロ波を導入するようになっていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、導波管のサイズ及び形状に応じてマイクロ波はある固有モードの定在波を形成し、プラズマの分布はそのモードに

起因して不均一になるという問題があった。

【0007】本発明の目的は、プラズマを安定かつ均一に生成し、均一なプラズマ処理が可能なマイクロ波プラズマ処理装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置では、処理室の一部であるドーナツ状の誘電体窓に対し、マイクロ波を供給するための同軸線路を誘電体窓中心に垂直に設け、その内部導体は誘電体窓を貫くように設置され、Si製の内部円板導体に接続されている。該内部円板導体は誘電体窓下に接触するよう設置されている。また導体板は、該同軸線路の外周に位置する該誘電体窓上に接触し、誘電体窓の反処理室側の面を覆って設置してある。

【0009】同軸線路を介して処理室内に導入されたマイクロ波は、内部円板導体と導体板で誘電体内に形成された伝送路内を中央部から外周部に向かって伝播する。さらに誘電体内を伝播したマイクロ波により生成されたプラズマと、誘電体窓上の処理室の反対側に設置された導体板によって誘電体窓内に形成された伝送路内を、マイクロ波は誘電体窓に沿って中央部から外周部に向かって伝播する。このとき、生成されたプラズマはマイクロ波の伝送路（導波路）の一部として作用し、マイクロ波は該プラズマを反射端としたある固有モードの定在波を誘電体窓の処理室側に形成しない。従ってマイクロ波のモードによらず安定で均一なプラズマを生成することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施例を図1により説明する。

【0011】図1は、本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の一実施例である無磁場マイクロ波アッシング装置を示す。上部が開放された真空容器1aの上部にドーナツ状の誘電体窓（例えば、石英窓、アルミナセラミック窓）、この場合、石英窓2を設置し、また、石英窓2の下面にSi、SiC、カーボン製、ここではSi製の内部円板導体11を設置し、密封する。これにより処理室1が形成される。また真空容器1aには真空排気装置（図示省略）に接続された真空排気口3、およびガス供給装置（図示省略）に接続されたガス供給口4が、内部導体12、内部円板導体11を介して装置中央部上部に接続されている。石英窓2の上部には導体板10が設置されている。導体板10はステップ形状を有する変換コーナー9を介して同軸線路8に接続されている。また該同軸線路8の内部導体12は、石英窓2の下面に設置され円板状の形状を有する内部導体板11に垂直に、接続されている。さらに同軸線路8の上部には同軸導波管変換器7が接続されている。同軸導波管変換器7は矩形導波管6を介してマグネトロン5に接続されている。処理室1の下部には温度制御装置15により温度調節可能な試料台14が設置してある。被処理材13は

試料台14に載置可能である。

【0012】上記のように構成された装置において、処理室1の内部を真空排気装置（図示省略）により減圧した後、ガス供給口4からガス供給装置（図示省略）によりアッシングガスを処理室1内に導入し、所望の圧力に調整する。マグネトロン5により励振された、例えば2.45GHzのマイクロ波は矩形導波管内6内を矩形TE₀₁モードで伝播し、同軸導波管変換器7を介して同軸線路8に導入される。同軸線路8内に導入されたマイクロ波は、軸対称な放射状の電界分布を有する同軸TEMモードで伝播する。同軸線路8および変換コーナー9を伝播し、石英窓2の中央部に導入されたマイクロ波は、内部円板導体11の効果により、石英窓2内を中心から、外周に向かって伝播し、処理室1内に導入される。処理室1内に導入されたマイクロ波は、石英窓2直下数mmの領域に臨界電子密度 n_c 以上の密度を有するドーナツ状のプラズマ16を生成する。生成されたプラズマ16は臨界電子密度 n_c 以上の密度を有しているの、マイクロ波の伝播に対して導体として作用をする。マイクロ波の波面は、変換コーナー9の下部のエッジを中心として90度曲げられ、マイクロ波は導体板10と内部円板導体11で形成された石英窓2内の伝送路を伝播し、さらにプラズマ16と導体板10で形成された石英窓2内の領域を、石英窓2の中心から、外周に向かって伝播する。同軸線路8に導入するマイクロ波出力を増大させると、生成されているプラズマ16よりさらに前方（外周方向）にマイクロ波が放射され、その放射されたマイクロ波によりさらにプラズマが生成される。従って、マイクロ波出力の増加とともにプラズマ16は石英窓2に沿って同心円状に拡大される。このプラズマ16中の電子によりガスが解離、励起され活性なラジカルが多量に広範囲で生成される。温度調節された被処理材13は、ラジカルとの反応によってプラズマ処理、この場合、アッシング処理される。また、内部円板導体11は同軸線路8から垂直に導入されたマイクロ波を効率良く、石英窓2内を中央部から外周部に向かって進行するように作用する。このように本実施例では、生成されるプラズマの分布がマイクロ波の固有モードに依存しないことから、同心円状のプラズマを安定に生成することができる。従ってアッシング処理を安定かつ均一に行なうことができるという効果がある。一方、内部円板導体よりアッシングガスを、径方向に対して斜めにプラズマ16中に供給することにより、アッシングガスを効率良くプラズマ中に導入することにより、ラジカルの生成効率を向上するように作用する。従ってアッシング処理を高速で行なうことができるという効果がある。

【0013】次に本発明の第2の実施例を図2により説明する。本図において図1と同符号は同一部材とし、説明を省略する。本図が図1と異なる点を以下説明する。

【0014】上部が開放された真空容器1aの上部にドーナツ状の石英窓2aを設置する。また石英窓2a中心の下面

には内部円板導体11aを設置する。また内部導体12を内部円板導体11aに垂直に接続する。ここで内部導体12とドーナツ状の石英窓2a内側側面が接触せず設置してある。また石英窓2aの上部には導体板10が接続されており、その中心に同軸線路8が接続されている。本実施例では、同軸線路8より石英窓2aに対して垂直に導入したマイクロ波を、変換コーナ9aにてその進行方向を径方向に変換し、さらに石英窓2aの側面から導入する。石英窓2aに導入されたマイクロ波は石英窓2直下にプラズマ16を生成し、プラズマ16と導体板10で形成された伝送路を伝播する。従って、マイクロ波出力の増加とともに、生成されているプラズマ16よりさらに前方(外周方向)にマイクロ波が放射され、その放射されたマイクロ波によりさらにプラズマが生成される。従って、本実施例では、第1の実施例と同様の作用により、同心円状のプラズマを安定に生成できるので、アッシング処理を均一、安定に行なうことができるという効果がある。一方内部円板導体11aには多数のガス導入用の穴が設置してある。そのガス導入用穴よりガスをシャワー状に導入することにより均一に処理材にラジカルを供給することができるという効果がある。

【0015】次に本発明の第3の実施例を図3により説明する。本図において、図2と同符号は同一部材とし、説明を省略する。本図が、図2と異なる点は、変換コーナ9bの形状である。内部導体12と内部円板導体11がテーパ状に接合することにより変換コーナ9bを形成する。変換コーナ9bは、同軸線路8より石英窓2aに対して、垂直に導入されたマイクロ波を効率良く、径方向に伝播させるように作用する。従って、本実施例では、第2の実施例と同様の作用により、同心円状のプラズマを安定に生成できるので、アッシング処理を均一、安定に行なうことができるという効果がある。

【0016】次に本発明の第4の実施例を図4により説明する。本図において図1と同符号は同一部材とし、説明を省略する。本図が図1と異なる点を以下説明する。上部が開放された真空容器1bの上部に、片側をドーナツ状の板で塞いだ円筒状の石英窓2bおよび、内部円板導体11bを設置し密封する。これにより処理室1が形成される。同軸線路8から導入されたマイクロ波は変換コーナ9aにより径方向にその伝播方向が変化し、石英窓2bを伝播する。マイクロ波が、装置側面まで達すると、マイクロ波は90°その進行方向を変えて下方向に伝播し、円筒状のプラズマ16aを生成する。マイクロ波はプラズマ16aと導体板10により形成された石英窓2中の伝送路を上から、下方向に伝播する。従ってマイクロ波出力の増加とともに、生成されているプラズマ16aよりさらに前方(下方向)にマイクロ波が放射され、その放射されたマイクロ波によりさらにプラズマが生成される。このように、本実施例では、マイクロ波モードに依存せず円筒状のプラズマを安定に生成できるので、アッシング処理を均一、

安定に行なうことができるという効果がある。また、内部円板導体11a外周より下向きにアッシングガスを供給することにより、プラズマ中に効率よくアッシングガスを導入できることから、ラジカルの生成効率を向上するように作用する。従って、アッシング処理を高速で行なうことができるという効果がある。

【0017】次に本発明の第5の実施例を図5により説明する。本図において図4と同符号は同一部材とし、説明を省略する。本図が図4と異なる点を以下に説明する。真空容器1bの上部に、円筒状の石英窓2cおよび内部円板導体11bを設置し密封する。これにより処理室1が形成される。同軸線路より供給され、変換コーナ9aによりその進行方向を径方向に曲げられたマイクロ波は、内部円板導体11bと導体板10とで形成された伝送路を伝播する。さらに、装置外周にマイクロ波が達すると、マイクロ波の進行方向を下方向に変え、石英窓2c内に導入され、石英窓2cを伝播する。そこで、装置側面に円筒状のプラズマが生成される。本実施例では第4の実施例と同様の作用により円筒状のプラズマを安定に生成できるので、アッシング処理を均一、安定に行なうことができるという効果がある。

【0018】以上の実施例では、内部円板導体がある場合について述べたが、前述のように、生成されるプラズマ自身が導体として作用し、マイクロ波の伝送路の一部となるため、図6に示す実施例のように、ドーナツ状の石英板に同軸線路の内部導体を配置するだけでも良い。本実施例では構造が簡素化できるという効果がある。

【0019】

【発明の効果】本発明によれば、プラズマを安定かつ均一に生成し、均一なプラズマ処理が可能なマイクロ波プラズマ処理装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第1の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【図2】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第2の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【図3】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第3の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【図4】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第4の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【図5】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第5の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【図6】本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の第6の実施例であるアッシング装置を示す縦断面図である。

【符号の説明】

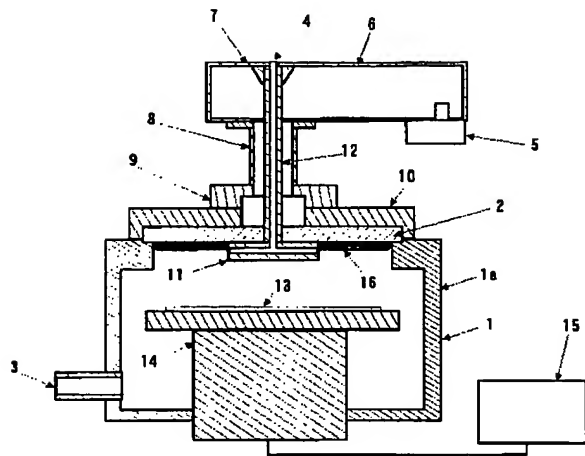
1…処理室、1a、1b…真空容器、2、2a、2b、2c…石英窓、3…真空排気口、4…ガス導入口、5…マグネトロン、6…矩形導波管、7…同軸導波管変換器、8…同軸線路、9、9a…変換コーナ、10、10a…導体板、11、11a、11b…内部円板導体、

12…内部導体、13…被処理材、14…試料台、15
…温度制御装置、16、16a、16b、16c…プラ

ズマ。

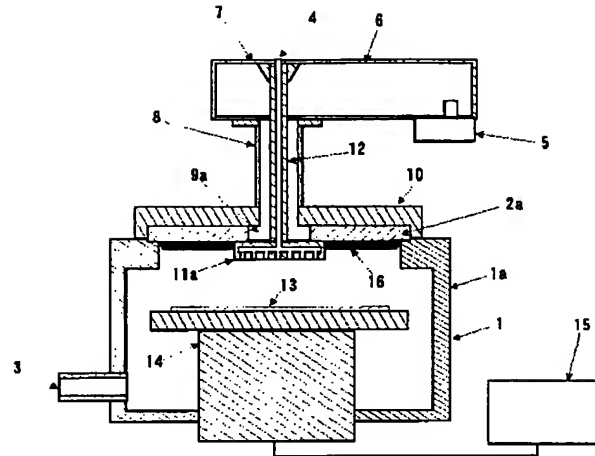
【図1】

図 1



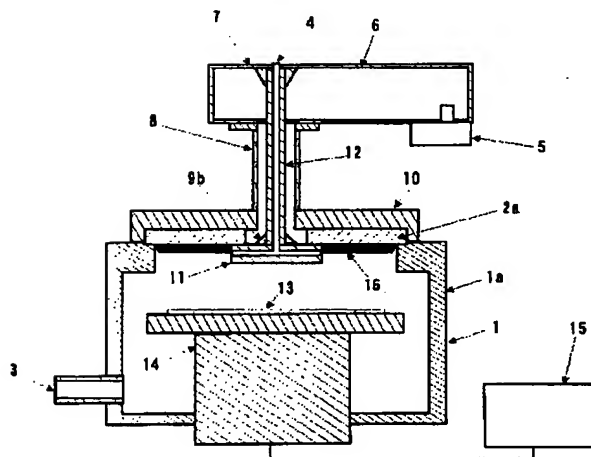
【図2】

図 2



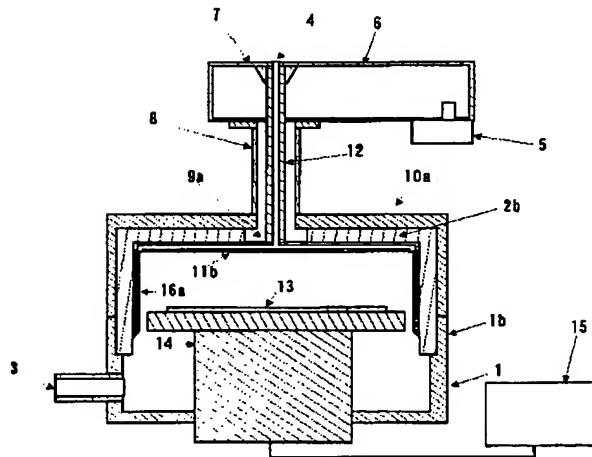
【図3】

図 3



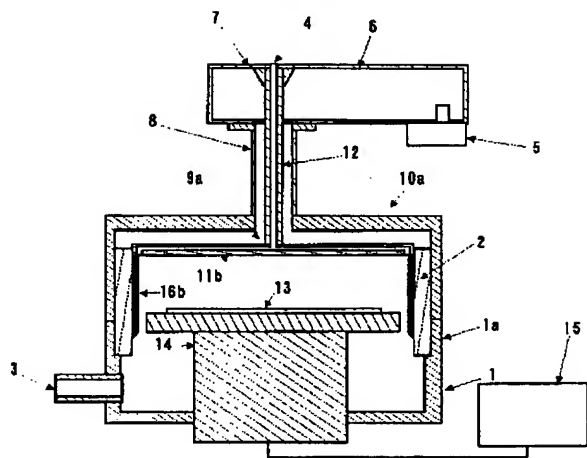
【図4】

図 4



【図5】

図 5



【図6】

図 6

